

## کاربرد تصاویر ماهواره در تعیین گستره فرسایش بادی در شهرستان سرخس

زهرا گوهری، هایده آرا، هادی معاریان، مرتضی اکبری

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کویرشناسی سمنان

۲- استادیار دانشکده کویرشناسی سمنان

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی بیرجند

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

\* تلفن نویسنده اصلی: 09153030446، نمابر:، پست الکترونیکی: ma\_gohari@yahoo.com

### چکیده

تشدید فرسایش بادی از پیامدهای مهم طوفان است که استمرار آن علاوه بر تخریب و از بین رفتن زمین ها و محصولات کشاورزی باعث انتقال ماسه های بادی، فرسایش خاک، پر کردن نهرها و کانال های آبرسانی، انسداد مسیر یا کاهش دید بویژه در مسیر جاده ها و اختلال در امر تردد و کاهش ظرفیت جاده ای، برخورد و سایل نقلیه، تعویق و تعطیل شدن پرواز هواپیما، آلودگی زیست محیطی، مشکلات بهداشتی از قبیل افزایش حساسیت ها و بیماری های تنفسی، تخریب پوشش گیاهی موجود و پیشروی و گسترش بیابان ها و نواحی خشک می شود. هدف از این پژوهش تعیین گستره فرسایش بادی در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ و منابع در معرض تهدید این پدیده در شهرستان سرخس می باشد. برای رسیدن به هدف ذکر شده از تصاویر ماهواره لندست در ۴ دوره ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ استفاده گردید و به وسیله روش های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزار (ENVI) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از گسترش تپه های ماسه ای و نهشته های بادی منطقه نشان میدهد که مساحت گستره فرسایش بادی در سال ۲۰۰۰ (۱۲۵۶) کیلومتر مربع بوده و در سال ۲۰۱۵ (۱۳۶۹) کیلومتر مربع رسیده که رشدی معادل (۱۱۳) کیلومتر مربع را داشته است.

### کلید واژه ها

تپه های ماسه ای، سنجش از دور، فرسایش بادی، سرخس

## ۱- مقدمه

فرسایش بادی مسئله اساسی تمام قاره‌ها بوده و در مقیاس جهانی شاید اهمیت و خطر فرسایش بادی کمتر از فرسایش آبی نباشد. شرایط خشک و فراخشک حاکم بر بخش وسیعی از ایران با بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلیمتر در سال موجب گردیده تا حدود ۸۰ میلیون هکتار از مساحت ایران را مناطق کویری، تپه‌های ماسه‌ای و مناطق با پوشش گیاهی ناچیز بیوشاند [2]. یکی از انواع مخاطرات طبیعی که هر ساله سبب وارد آمدن خسارات زیادی به ویژه در مناطق خشک و بیابانی دنیا می‌شود، پهنه‌های متأثر از فرسایش بادی از جمله تپه‌های ماسه‌ای است [1]. در این میان چشم‌گیرترین خصوصیت در جابجایی تپه‌های ماسه‌ای، حرکت می‌باشد. از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی، کاربری‌های غیراقتصادی زمین و کشاورزی بر روی تپه‌های ماسه‌ای تماماً فاکتورهایی هستند که حرکت و جابجایی تپه‌ها را افزایش می‌دهند [8]. در این راستا فناوری دورسنجی، خود را به عنوان ابزاری مناسب جهت دستیابی و استخراج اطلاعات پایه برای مدیریت منابع زمین معرفی می‌نماید [4]. آشکار سازی تغییرات زمین، یکی از کاربردهای سنسجش از دور می‌باشد و هدف از آشکار سازی تغییرات، مقایسه دو عارضه یا مکان مشابه آن‌ها در زمان‌های متفاوت و کنترل تمام تفاوت‌های ناشی از تغییرات در مقادیر و حالات آن‌ها می‌باشد [6]. هرماس و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تصاویر ماهواره اسپات تپه‌های ماسه‌ای در شمال غرب شبه جزیره سینا در مصر را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که متوسط سرعت حرکت تمام تپه‌های بارخانی منطقه برابر با ۱۱/۹ متر در سال و جهت حرکت آن‌ها نیز در شرق و شمال شرق است. سیلوستر و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی مرفولوژی تپه‌ها در شرق منطقه تاماسیا مسیر حمل ماسه و مناطق احتمالی منشاء را شناسایی کردند. آن‌ها دریافتند که تغییرات شدید در رژیم بادهای منجر به پیچیدگی الگوهای تلماسه‌ها می‌شود. محمدخان و همکاران در سال ۱۳۹۴ در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی جهات انتقال ماسه‌های بادی منطقه اردستان از طریق مقایسه زمانی مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای و ویژگی‌های باد پرداختند که نتایج نشان داد که مخروط شرق و سپس مشرق می‌باشد. بدیهی است هرگونه برنامه ریزی به منظور بهره برداری و تثبیت ماسه‌ها باید منشاء و جهات غالب نقل و انتقال آن‌ها مد نظر قرار داد.

از ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه فراوانی بادهای شدید بویژه در فصل تابستان است که موجب توسعه اشکال فرسایش بادی می‌شود. از طرفی دیگر این شهرستان به لحاظ استراتژیک و ژئوپلیتیک در خراسان رضوی و بلکه کشور حائز اهمیت می‌باشد. وجود پالایشگاه خانگیران و استخراج گاز شیرین و ترش به نواحی مصرف، وجود منطقه ویژه اقتصادی سرخس که کانون مبادلات تجاری به کشورهای آسیایانه میانه و کشورهای عضو اکو می‌باشد. گمرک سرخس که یکی از سه گمرک بزرگ ترانزیتی ایران و راه آهن مشهد-سرخس-تجن محور طلایی و نقطه مهم بزرگراه ابریشم که محل اتصال شرق به غرب و شمال به جنوب جهان می‌باشد همه در شهرستان سرخس واقع شده‌اند. توسعه پهنه‌های فرسایش بادی در اثر خشکسالی در سال‌های اخیر علاوه بر خسارات وارده بر کشاورزی، سلامت و تصادفات جاده‌ای، تهدید جدی برای این نقاط استراتژیک منطقه می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف تعیین گستره متأثر از فرسایش بادی در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ و بررسی تغییرات ناشی از خشکسالی و طوفان گرد و غبار در بازه‌های زمانی ۵ ساله انجام گردید تا منابع در معرض تهدید شناسایی گردند.

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

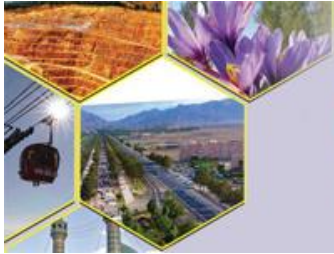
شهرستان سرخس، بخش کوچکی از حوضه بزرگ قره قوم است و در همسایگی جنوب صحرای بزرگ قره قوم ترکمنستان قرار دارد، از این رو شدیداً تحت تاثیر عوامل حاکم بر توسعه کویر بوده و منطقه از نظر طبیعی استعداد گسترش کویر را دارد. حد طبیعی شهرستان را در جنوب، رودخانه کشف رود، حد شرقی را رودخانه تجن، (بعد از پیوستن رودخانه هریرود و کشف رود) و حدود طبیعی غربی و جنوب غربی را آخرین امتدادهای ارتفاعات کپه داغ مشخص می نماید. به لحاظ جغرافیایی این منطقه در مختصات ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۰۹ دقیقه طول شرقی واقع شده است. از مراکز جمعیتی شهری می توان به سرخس و مرزداران و از مراکز جمعیتی روستائی مهم می توان به گنبدلی، بزنگان، چکودر، شورلق، خانگیران، گلزار، حاجی آباد، نوروز آباد، چاله زرد و کچولی، آبمال اشاره کرد. به لحاظ ارتفاعی، قسمت عمده شهرستان را دشت نسبتاً مسطحی تشکیل می دهد بطوریکه حداقل ارتفاع شهرستان ۲۵۵ متر و حداکثر ارتفاع ۱۷۳۲ متر از سطح دریا می باشد.



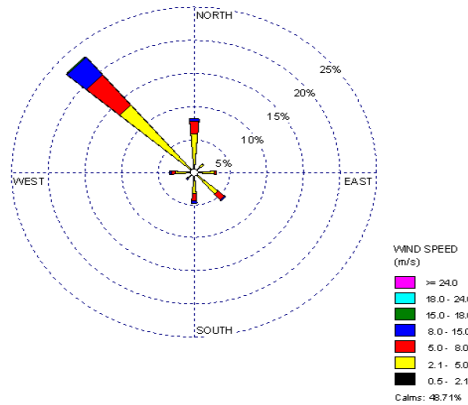
شکل (۱): موقعیت شهرستان سرخس در ایران، استان و صحرای بزرگ قره قوم در ترکمنستان

### ۲-۲- وضعیت اقلیمی منطقه

میانگین بارندگی در مدت ۲۵ سال از ۷۰ تا سال ۹۵ به میزان ۱۸۷/۶ میلی متر گزارش شده است که پراکنش آن در فصل بهار به اندازه ۵۴/۸ میلی متر، تابستان ۱/۱، پاییز ۳۱/۶ و زمستان ۱۰۰/۱ می باشد. حداکثر رطوبت نسبی مربوط به ماه های دی و بهمن به میزان ۷۰ درصد است. حداقل مطلق دما در دوره آماری مذکور به میزان ۶/۱۸- و حداکثر مطلق دما به میزان ۴۶/۶ درجه سانتیگراد می باشد. میانگین حداکثر درجه حرارت گرمترین ماه های سال ۳۷/۹ و میانگین حداقل سردترین ماه های سال ۱ درجه سانتیگراد گزارش شده است. تغییرات درجه حرارت در منطقه بسیار زیاد است و حداکثر آن در تیرماه می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده و بررسی های میدانی صورت گرفته، جهت باد غالب منطقه، شمال غربی است که به باد سیاه معروف می باشد. این بادها علاوه بر ایجاد طوفان های ماسه ای، موجب غبارآلودگی هوا در منطقه هوا می گردد.



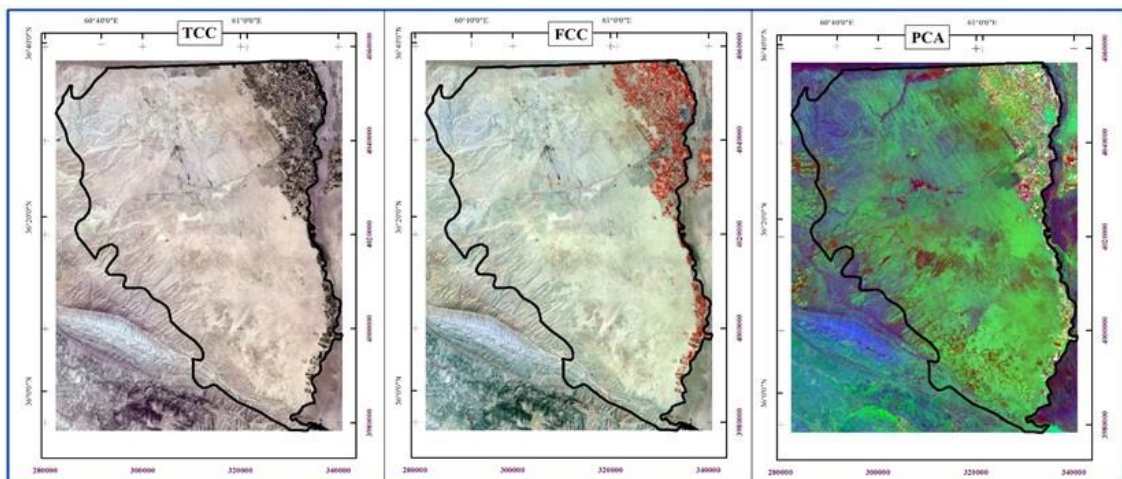
شکل (۲) گلباد سالانه ایستگاه سرخس نیز آنرا تایید می کند. به عبارتی جهت باد غالب در تمامی ماه های سال جهت شمال غرب می باشد.



شکل (۲): گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک سرخس

## ۲-۳- داده های ماهواره

در این پژوهش از داده های ماهواره ای لندست سنجنده های TM و ETM<sup>+</sup> با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ و ۱۵ متر استفاده شده است. تصاویر مورد استفاده با فواصل ۵ سال، به ترتیب مربوط به سال های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵ میلادی و مربوط به ماه اگوست بوده که از پایگاه اینترنتی سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS) تهیه شده اند. در مرحله بعد، پس از اعمال مراحل پیش پردازش از جمله تصحیحات هندسی، تصحیحات اتمسفریک، بارز سازی تصاویر در مرحله پردازش پس از اعمال روش های آشکار سازی، طبقه بندی تصاویر با روش نظارت شده انجام گردید.



شکل (۳): مراحل پیش پردازش تصاویر ماهواره

### - طبقه بندی تصاویر

تعریف کلاس طبقه بندی، اولین قدمی است که در انجام طبقه بندی برداشته می شود و در تمامی مراحل بعدی طبقه بندی موثر است. عوامل متعددی در انتخاب کلاس های طبقه بندی دخیل بوده است. از جمله وضعیت منطقه، شباهت طیفی عوارض، اطلاعات و داده های موجود، میزان اهمیت کلاس ها، روش های طبقه بندی و .... که در این پژوهش لیست

نهایی کلاس ها مطابق جدول (۱)، ۶ کلاس اصلی تعیین گردید [3]. سپس طبقه بندی با سه روش رایج، شامل نظارت شده با بیشترین شباهت، نظارت شده با کمترین فاصله از میانگین و روش نظارت نشده، انجام گردید. در روش نظارت شده ابتدا نقاط آموزشی از بخش های مختلف تصویر به نرم افزار معرفی می شود و سپس پیکسل های تصویر بر اساس بیشترین شباهت به بخش های تعریف شده و کمترین فاصله از میانگین ارزش پیکسلی، طبقه بندی می شوند.

جدول (۱): سطوح کاربری اراضی در نظر گرفته شده

عبارت اختصاری	عبارت علمی	سطح ۱ کاربری	سطح دو کاربری
WB	WATER BODY	سطوح آبی	دریاچه ها- کانال های آبی- رودخانه ها
AA	AGRICULTURE AREA	نواحی کشاورزی	باغ- زراعت آبی- دیم- آیش
BA	BAYRE LAND	بایر	اراضی لم یزرع- شوره زارها- رخنمون سنگی
RL	RANGE LAND	مراتع	مراتع فقیر- غنی- بیشه زارها- جنگل های دست کاشت- درختچه زارها
SD	SAND DUNE	تپه های ماسه ای	تپه های ماسه ای
WD	WIND DEPOSITION	نهشته های بادی	رسوبات بادی- مناطق تثبیت شده با مالچ

## ۱- ارزیابی صحت

هیچ طبقه بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد [10]. دقت طبقه بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده می باشد [7]. برای ارزیابی دقیق دقت طبقه بندی های انجام شده از ضریب کاپا، دقت کلی و ماتریس خطا استفاده شده است.

## ۲- نتایج

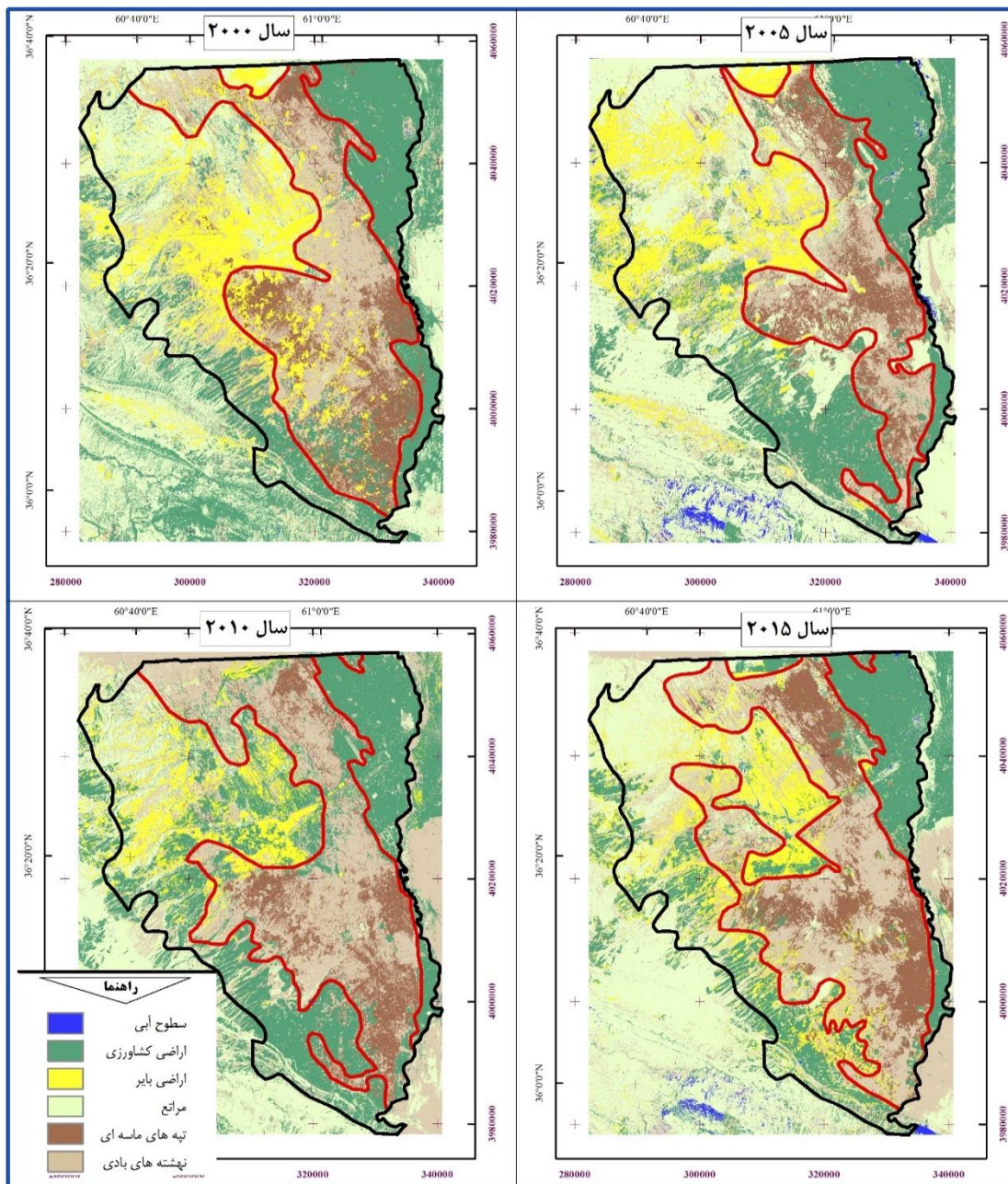
برای بررسی صحت کلی نقشه های تولید شده با ۱۹۶ نقطه کنترلی در نقشه حاصل از سنجنده ETM<sup>+</sup> محاسبه گردید. همچنین ۵۰ نقطه کنترلی از نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۴۵ نقطه کنترل صحرایی برای طبقات مختلف کاربری استفاده گردید که صحت و دقت نقشه های تولید شده با محاسبه ضرایب کاپا و دقت کلی در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): ارزیابی دقت طبقه بندی در دوره مورد مطالعه

سال	دقت کلی	ضریب کاپا
۲۰۰۰	۸۶	۸۰
۲۰۰۵	۹۱	۸۸
۲۰۱۰	۸۷	۷۸



نتایج حاصل از تفسیر نقشه های استخراج شده از تصاویر ماهواره و مطالعات میدانی طی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ نشان می دهد که گستره پهنه های متاثر از فرسایش بادی هم به لحاظ مساحت و هم از نظر مکانی دستخوش تغییرات گردیده است که این تغییرات ناشی از خشکسالی های اخیر، تداوم طوفان و تغییرات کاربری های مانند کشاورزی آبی و دیم می باشد. پهنه های فرسایش بادی در این تحقیق شامل تپه های ماسه ای و نهشته های بادی می باشد که تغییرات مکانی آن ها در شکل (۳) ارائه شده است.



شکل (۳): نقشه تغییرات مکانی پهنه های فرسایش بادی در دوره مورد مطالعه

همانطور که از شکل (۳) ملاحظه می‌شود پوشش اراضی منطقه طی سال‌های مورد مطالعه شاهد تغییر و تحولات بسیاری بوده است. مساحت گستره فرسایش بادی که شامل تپه‌های ماسه‌ای و نهشته‌های بادی است در سال ۲۰۰۰، ۱۲۵۷ کیلومتر مربع بوده که در سال ۲۰۱۵ به ۱۳۶۹ کیلومتر مربع و معادل ۱۱۲/۵ کیلومتر مربع افزایش داشته است.

## ۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همانطور که اشاره شد افزایش مساحت گستره فرسایش بادی در شهرستان سرخس به خاطر کمی بارش، سست و دانه ریز بودن رسوبات، شیب کم، چرای بیش از حد دام، نبود موانع ارتفاعی و درصد بالای وزش بادهای بیش از آستانه در این منطقه، زمینه حرکت ماسه‌ها را فراهم کرده است. افزایش میزان ساعات آفتابی باعث می‌گردد که رطوبت موجود در منطقه تبخیر و کاهش پیدا کند و موجب خشک شدن هرچه سریع‌تر خاک منطقه گردد.

افزایش گستره فرسایش بادی در طی ۱۵ سال مورد مطالعه، تهدید جدی برای برخی منابع منطقه می‌باشد. شهرستان سرخس شامل ۱۸۸ روستا می‌باشد که از این تعداد ۳۷ روستا در این گستره واقع شده‌اند و روستای تام میرزا حسن با بیشترین جمعیت هر ساله در معرض تهدید هجوم ماسه‌های روان می‌باشد. ۲۸۳ کیلومتر از راه‌های مواصلاتی و ۲۴ کیلومتر از راه آهن مشهد-سرخس-تجن در این گستره قرار دارند که با شروع طوفان‌های گرد و غبار و مستعد بودن منطقه به دلیل حجم زیاد نهشته‌های بادی، سبب تصادفات جاده‌ای و خسارات ناشی از ماسه‌روبی می‌باشد. همچنین منطقه ویژه اقتصادی سرخس، پالایشگاه خانگیران و فرودگاه بین‌المللی الماس سرخس نیز در این گستره واقع شده‌اند که هر یک از این اماکن متأثر از خسارات منتج شده از طوفان‌های گرد و غبار، حرکت و جابجایی نهشته‌های بادی و هجوم ماسه‌های روان هر ساله متحمل می‌شوند. این مسئله از نمودهای بحران و ناپایداری در منطقه می‌باشد که با ایجاد موانع بر سر راه توسعه، فرایند توسعه یافتگی قسمت‌های آسیب‌پذیر منطقه را کند کرده است.

## ۵- مراجع

- [1] امیدوار، ک. ۱۳۹۰، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ اول.
- [2] رفاهی، ح. ق.، ۱۳۸۰، فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- [3] فاطمی، س. ب.، رضایی، ی. ۱۳۸۴، مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، چاپ اول.
- [4] علوی پناه، س. ک.، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- [5] محمدخان، ش. کشفی، ف. ۱۳۹۴. جهات انتقال ماسه‌های بادی منطقه اردستان از طریق مقایسه زمانی مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای و ویژگی‌های باد، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۱: ۷۴-۵۹.
- [6] مقیمی، آ. عبادی، ح. صادقی، و. ۱۳۹۴، پایش تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه با بکارگیری شناسایی تغییرات چندمتغیره با وزن دهی تکراری و طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان، اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

[7] Anderson, J, R.; Hady; E.J. Roach, T. Wetter and E. Richard. 1976. Lands cover classification system for use with remote sensor data. United States Government Printing Office, Washington. Pages 80-85.

[8] Dong, Z., Wang, X. and Chen, G., 2000, "Monitoring sand dune advance in the Taklimakan Desert", *Geomorphology*, vol. 35, pp. 219-231.



- [9] Hermas, E., Leprince, S., and El-Magd, I. A., 2012, Retrieving Sand Dune Movements Using Sub-Pixel Correlation of Multi-Temporal Optical Remote Sensing Imagery, Northwest Sinai Peninsula, Egypt. *Remote Sensing of Environment*, 121: 51- 50. DOI: 20.2025/j.rse.1021.02.001
- [10] Lillesand, T. M. and R. w. Kiefer. 2001. *Remote sensing and image interpretation and Sons, inc.* USA, page 210.
- [11] Silvestro, S, Achill Di, G, Ori, G. G. 1020, Dune morphology, sand transport pathways and possible source areas in east Thaumasia Region(Mars), *Geomorphology*, 121: 23–20. Doi:20.2025/j.geomorph.1002.00.022